ABORDAGENS FENOTÍPICA E GENOTÍPICA NA SELEÇÃO DE ISOLINHAS DE FEIJÃO CARIOCA COM O ESCURECIMENTO LENTO DOS GRÃOS, OBTIDAS POR RETROCRUZAMENTO

Waila Beatriz Ceolim (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Andréa Carla Bastos Andrade (Orientador), Maria Celeste Gonçalves Vidigal, Stephanie Mariel Alves, João Vitor da Silva Alves, Mariana Magesto de Negreiros. E-mail: acbandrade@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

Agronomia/ Melhoramento Vegetal

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.; escurecimento pós-colheita; marcadores moleculares.

RESUMO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das principais culturas alimentares do mundo, sendo o grupo comercial carioca o mais consumido no Brasil. Entretanto, o escurecimento natural do tegumento após a colheita reduz a aceitação do produto pelo consumidor, sendo associado a um maior tempo de cocção e grãos velhos. Logo, programas de melhoramento genético têm buscado incorporar o gene *slow darkening* (*sd*) em cultivares de interesse comercial. O objetivo deste estudo foi selecionar fenotipicamente e genotipicamente isolinhas promissoras de feijão carioca com escurecimento lento dos grãos, oriundas de retrocruzamentos (RC). Foram avaliadas isolinhas de três populações segregantes dos cruzamentos entre o genitor doador 'Carioca Claro' e as cultivares recorrentes 'IPR Juriti', 'BRS Pérola' e 'Flor Diniz UEM', nos ciclos RC_3 e RC_5. Isolinhas foram selecionadas baseadas na coloração dos grãos, massa de cem grãos e ausência de hilo amarelo. Amostras dessas sementes foram submetidas à radiação ultravioleta por 72 horas e avaliadas visualmente por meio de escala de notas de 1,0 a 5,0. Adicionalmente, em RC_3, foi realizada a genotipagem com marcadores moleculares para o gene *sd*. Apesar da genotipagem em RC_3 mostrar a presença do gene *sd* nas isolinhas selecionadas, os resultados fenotípicos para as notas atribuídas foram diferentes entre os dois ciclos de RC. Provavelmente, devido à segregação genotípica após a autofecundação. Uma nova avaliação molecular em RC_5 complementará a seleção de isolinhas com o gene *sd*. Conclui-se que, as abordagens de seleção utilizadas nos retrocruzamentos têm sido eficientes na obtenção de isolinhas com características comerciais desejáveis.

INTRODUÇÃO

O feijão comum possui grande relevância na alimentação humana e na agricultura, sendo o grupo comercial carioca responsável pela maior parcela do consumo no Brasil (Bitocchi *et al.*, 2017). Além das características agronômicas e nutricionais,

atributos relacionados à aparência dos grãos exercem forte influência sobre sua aceitação e comercialização. Entre esses atributos, destaca-se a coloração do tegumento, que sofre alterações durante o armazenamento, o qual é indesejável em grãos cariocas, uma vez que o consumidor associa a coloração escura a grãos envelhecidos e de maior tempo de cocção, contribuindo para a redução da qualidade percebida e do valor de mercado (Pereira *et al.*, 2021).
Do ponto de vista genético, o escurecimento lento está associado à ação do alelo recessivo *sd* (*slow darkening*), cuja utilização permite a seleção de genótipos com menor velocidade de alteração da coloração do tegumento (Junk-Knievel *et al.*, 2008). A obtenção de materiais superiores depende, entretanto, da associação dessa característica com atributos de interesse comercial, como coloração clara. Assim, o presente trabalho teve como objetivo aplicar metodologias fenotípica e genotípica, visando a obtenção de isolinhas de feijão com escurecimento lento dos grãos, provenientes de populações de retrocruzamentos RC_3 e RC_5.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Núcleo de Pesquisa Aplicada à Agricultura (NUPAGRI). Foram realizados cruzamentos em casa de vegetação entre o acesso 'Carioca Claro' (genitor doador) e as cultivares 'IPR Juriti', 'BRS Pérola' e 'Flor Diniz UEM' (genitores recorrentes), sendo conduzidos três programas paralelos de retrocruzamentos.
Em RC_3 e RC_5, isolinhas oriundas da autofecundação foram selecionadas para fenotipagem, considerando-se a coloração clara dos grãos, a massa de 100 grãos (M100g) e a ausência de hilo amarelo. Posteriormente, amostras de 10 sementes de cada parental e das isolinhas das gerações de cada retrocruzamento selecionadas foram expostas à luz ultravioleta (UV), por 72 horas, seguindo a metodologia proposta por Junk-Knievel *et al.* (2007). A avaliação fenotípica do escurecimento dos grãos foi realizada seguindo a escala de notas proposta por Silva *et al.* (2008) (Figura 1), em conjunto com os grãos dos genitores recorrentes atuais e do genitor doador.



Figura 1 – Metodologia de escala notas para mensurar o escurecimento de grãos de feijão carioca proposta por Silva et al. (2008), onde: 1- identifica genótipos com a coloração do tegumento muito claro; 2- medianamente claro; 3- claro; 4- medianamente escuro; e 5- muito escuro.

Em RC_3, foi realizada a genotipagem das isolinhas selecionadas. Os primeiros trifólios de cada planta/isolinha F_2 de RC_3 foram coletados individualmente em tubos plásticos tipo *eppendorf* e armazenados em freezer a -80ºC, seguidos da extração de DNA e utilização de marcadores microssatélites (SSR) em reação de PCR

(*Polymerase Chain Reaction*). Foram utilizados os marcadores Pvsd-1157 e Pvsd-1158.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de notas do escurecimento de grãos, bem como as massas de 100 grãos (M100g) e a presença do gene *sd* em RC_3 (Genótipo), para as isolinhas provenientes dos retrocruzamentos realizados. Observa-se que houve uma mudança de notas na fenotipagem realizada em RC_5, comparando-se com RC_3. Em RC_3, as isolinhas avaliadas se mantiveram dentro do ideal para a característica de escurecimento lento, com notas de coloração $\leq$ 2,5. Por sua vez, observa-se uma mudança na fenotipagem em RC_5, onde isolinhas apresentaram valores maiores que 2,5. Essa variação fenotípica é esperada, uma vez que por se tratar de uma característica recessiva, avaliada após a autofecundação dos genótipos obtidos da hibridação, é esperada uma segregação genotípica e fenotípica da característica. Assim, outros lotes das isolinhas poderão apresentar o fenótipo desejado, sendo a confirmação da fixação da característica realizada pelo método molecular (genotipagem). No RC_5, destacam-se a isolinha 96 da população Carioca Claro × IPR Juriti, e as isolinhas 86 e 95 da população Carioca Claro × BRS Pérola, cuja avaliação fenotípica foi eficiente para identificar genótipos com a característica desejada.

Tabela 1. Relação das isolinhas obtidas em RC3 e RC5 de cada população e seus respectivos genótipos, notas de escurecimento e massa de 100 grãos.

População	Isolinha[1]	M100g	Genótipo (RC_3)	Notas (RC_3)	Notas (RC_5)
Carioca Claro × IPR Juriti	28	19,00	*sdsd*	1,0	3,0
	30	20,30	*sdsd*	2,0	4,0
	58	20,70	*sdsd*	1,0	4,0
	96	30,50	*sdsd*	1,0	1,0
Carioca Claro × BRS Pérola	40	24,60	*sdsd*	2,0	3,0
	72	23,50	*sdsd*	1,0	3,0
	86	26,10	*sdsd*	1,0	2,0
	95	23,70	*sdsd*	1,0	2,0
Carioca Claro × Flor Diniz UEM	6	24,60	*sdsd*	1,0	3,0

[1]Isolinhas obtidas das autofecundações nas gerações RC_3 e RC_5.

A característica do escurecimento possui o controle genético monogênico com dominância do alelo para o escurecimento precoce (Silva *et al.*, 2008). O melhoramento para esse traço em linhagens de feijão é considerado como um processo simples, podendo ser transferida para classes comerciais geneticamente relacionadas (Junk-Knievel *et al.*, 2008). Isso justifica o emprego do método de melhoramento de retrocruzamentos para introdução desse gene, uma vez que se deseja melhorar uma característica pontual em cultivares de alta performance, neste caso, relacionada à qualidade de grãos.

Por sua vez, a aplicação de marcadores moleculares em seleção assistida por marcadores (SAM) tem a vantagem de não ter a influência do ambiente, sendo um método mais preciso e que permite, inclusive, a seleção precoce. No presente estudo, ressalta-se que será realizada a genotipagem em RC_5, de modo complementar.

CONCLUSÕES

De modo geral, os resultados demonstraram que as abordagens de seleção utilizadas, com avaliações fenotípicas e genotípicas nos retrocruzamentos RC_3 e RC_5, têm sido eficientes na obtenção de isolinhas com características comerciais desejáveis do escurecimento lento dos grãos. As análises fenotípicas e genotípicas se complementam nos programas de melhoramento de retrocruzamentos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná (FA) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro e incentivo à formação científica, e à Universidade Estadual de Maringá (UEM) pelo suporte institucional e infraestrutura disponibilizada.

REFERÊNCIAS

BITOCCHI, E. et al. Beans (Phaseolus ssp.) as a model for understanding crop evolution. **Front. Plant Sci.**, v. 8, p. 722, 2017. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2017.00722/full. Acesso em: 17 ago. 2026.

JUNK-KNIEVEL, D. C.; VANDENBERG, A.; BETT, K. E. An accelerated post-harvest seed-coat darkening protocol for pinto beans grown across different environments. **Crop Sci.**, v. 47, n. 2, p. 694-700, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.2135/cropsci2006.05.0325. Acesso em: 17 ago. 2026.

JUNK-KNIEVEL, D. C.; VANDENBERG, A.; BETT, K. E. Slow-darkening in pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed coats is controlled by a single major gene. C **Crop Sci.**, v. 48, n. 1, p. 189-193, 2008. Disponível em: https://doi.org/10.2135/cropsci2007.04.0227. Acesso em: 17 ago. 2026.

PEREIRA, H. S. et al. BRS FS305 - common bean cultivar with calima bean for export. **Funct. Plant Breed. J.**, v. 3, n. 1, p. 75-79, 2021. Disponível em: http://www.fpbjournal.com/fpbj/index.php/fpbj/article/view/108. Acesso em: 17 ago 2026.

SILVA, G. S. et al. Genetic control of early grain darkening of carioca common bean. **Crop Breed. Appl. Biotechnol.**, v. 8, n. 4, p. 299-304, 2008. Disponível em: https://cbab.sbmp.org.br/wp-content/uploads/2023/09/7o-940-84.pdf. Acesso em: 17 ago 2026.